

Klausur (WS 2021/2022)

Digitaltechnik

Institut für Technik der Informationsverarbeitung
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jürgen Becker



Klausur: Digitaltechnik
Datum: 15. Februar 2022

Teilnehmer:

Matrikel-Nr.:

ID:

Hörsaal:

Sitzplatz:

Es gelten die folgenden Regelungen:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten.
- Es sind keine Hilfsmittel erlaubt, außer
 - einem doppelseitig und handschriftlich beschriebenen DIN-A4-Blatt.
- Nutzen Sie nur **dokumentenechte Schreibgeräte** und keine rote Farbe.
 - Nicht dokumentenecht sind beispielsweise Bleistifte oder Tipp-Ex.
- Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht zugelassen.
- Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.
- Bei Bedarf erhalten Sie Zusatzblätter von der Aufsicht.
 - Versehen Sie solche Blätter unbedingt mit Ihrer Matrikelnummer.
 - Ordnen Sie jedes zusätzliche Lösungsblatt einer Aufgabe eindeutig zu.

Bitte beachten Sie folgende Informationen zum Ablauf:

- Unzulässige elektronische Geräte **sind auszuschalten** und in einer Tasche zu verstauen.
- Wir werden die Klausuren in Umschlägen austeilen. Bitte lassen Sie diese Umschläge verschlossen, bis wir Ihnen ein entsprechendes Zeichen geben.
- Überprüfen Sie im Anschluss, ob Sie alle Blätter erhalten haben, ob Ihr Name korrekt auf dem Titelblatt vermerkt ist und ob **jedes Blatt mit Ihrer Matrikelnummer versehen** ist. Hierfür erhalten Sie drei Minuten zusätzliche Zeit, die noch nicht zur Bearbeitungszeit zählt. Während dieser Zeit darf nicht geschrieben werden!
- Mit unserer Ankündigung **beginnt die Bearbeitungszeit**.
- Bitte halten Sie während der Bearbeitungszeit Ihren Studierendenausweis bereit.
- In den letzten 30 Minuten der Bearbeitungszeit ist keine vorzeitige Abgabe möglich. Auf das Ende der Bearbeitungszeit weisen wir Sie fünf Minuten im Voraus hin.
- Legen Sie alle Unterlagen, die Sie von uns erhalten haben, nach der Bearbeitungszeit in den Umschlag. Bitte verschließen Sie diesen im Anschluss. Bleiben Sie sitzen, bis wir alle Umschläge eingesammelt und deren Vollständigkeit geprüft haben.

Klausur (WS 2021/2022)

Digitaltechnik



Institut für Technik der Informationsverarbeitung
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jürgen Becker

Klausur: Digitaltechnik
Datum: 15. Februar 2022

Teilnehmer:

Matrikel-Nr.:

ID:

Hörsaal:

Sitzplatz:

Es gelten die folgenden Regelungen:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten.
- Es sind keine Hilfsmittel erlaubt, außer
 - einem doppelseitig und handschriftlich beschriebenen DIN-A4-Blatt.
- Nutzen Sie nur **dokumentenechte Schreibgeräte** und keine rote Farbe.
 - Nicht dokumentenecht sind beispielsweise Bleistifte oder Tipp-Ex.
- Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht zugelassen.
- Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.
- Bei Bedarf erhalten Sie Zusatzblätter von der Aufsicht.
 - Versehen Sie solche Blätter unbedingt mit Ihrer Matrikelnummer.
 - Ordnen Sie jedes zusätzliche Lösungsblatt einer Aufgabe eindeutig zu.

Die vorliegende Klausur besteht aus **35 Blättern** und einer dreiseitigen Formelsammlung.

Aufgabe	Punkte	erreichte Punkte
1	29	
2	30	
3	30	
4	30	
5	31	
6	29	
7	32	
8	30	
Σ	241	

Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

/29

Codierung und Informationsgehalt

1.1 Wie viele verschiedene Codewörter können mit einer Länge von 8 Bit gebildet werden?

/2

.....

1.2 Gegeben sei eine Menge M an Codeworten mit jeweils 8 Bit, sowie ein Übertragungskanal C . Welche Voraussetzungen müssen für Codewörter und Kanal erfüllt sein, um **2 Fehler** zuverlässig korrigieren zu können?

/2

.....

1.3 Eine gedächtnislose Quelle Q generiert die in Tabelle 1.1 dargestellten Symbole mit der Auftrittswahrscheinlichkeit p . Geben Sie die Entropie der Quelle Q an.

/2

Zeichen	Codewort	p
nord	000	0,125
ost	001	0,125
sued	10	0,25
west	11	0,5

Tabelle 1.1: Eigenschaften der Quelle Q

.....

1.4 Wie müssten sich die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Symbole von Quelle Q verändern, damit die Entropie der Quelle Q maximal wird?

/1

.....

Zahlendarstellungen

- 1.5 Konvertieren Sie die Zahl 100120022_3 mit dem Radix 3 in ein Zahlensystem mit dem Radix 27. Das Vorgehen soll ersichtlich sein.

/2

Hinweis: Werte größer als 9 sollen analog zur hexadezimalen Darstellung mit Buchstaben A-P gekennzeichnet werden.

- 1.6 Welchen großen Vorteil bezüglich Komplementbildung bietet der Stibitz-Code gegenüber dem BCD-Code? Erklären Sie kurz.

/2

.....

- 1.7 Geben Sie die folgende binäre 32-Bit Gleitkommazahl im IEEE754-Format als Dezimalzahl in Exponentialdarstellung an. Ab der 5. Mantissenstelle besitzen alle Bits den Wert 0.

/3

0														31		
0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	...	0

.....

- 1.8 Wie wirken sich bei binären Gleitkommazahlen die folgenden beiden Modifikationen hinsichtlich Wertebereich und Genauigkeit aus?

/2

1. Entfernen von Bitstellen der Mantisse
2. Hinzufügen von Bitstellen zum Exponenten

.....

Schaltfunktionen und Entwicklungssatz

Eine Schaltfunktion sei allgemein gegeben durch

$$y = f(X) = f(x_n, \dots, x_2, x_1) \tag{1}$$

1.9 Geben Sie die Anzahl aller möglichen Schaltfunktionen in Abhängigkeit von n an.

 /2

.....

1.10 Wie viele dieser Schaltfunktionen können ausschließlich mit den Gattern UND, ODER, NICHT realisiert werden? Begründen Sie ihre Antwort.

 /2

.....

.....

.....

Es sei nun die folgende Schaltfunktion z gegeben:

$$z = x_1 \& x_2 \vee \overline{x_1} \& x_3 \tag{2}$$

1.11 Vervollständigen Sie die Wahrheitstabelle 1.2 mithilfe der Schaltfunktion z .

 /2

x_3	x_2	x_1	z
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Tabelle 1.2: Funktionstabelle z

1.12 Wie lautet der Name der Schaltfunktion z ?

 /1

.....

1.13 Geben Sie die Schaltfunktion z in kanonischer konjunktiver Normalform an.

 /2

.....

.....

- 1.14 Die Schaltfunktion des Carry-Bits eines Volladdierers ist gegeben durch c_{i+1} . Wandeln Sie die Schaltfunktion c_{i+1} ins Basissystem *NICHT, UND*. Verzichten Sie auf Vereinfachungen.
Hinweis: Wandeln Sie zunächst ins Basissystem *UND, ODER, NICHT*

/4

$$c_{i+1} = a_i \cdot b_i + (a_i \oplus b_i) \cdot c_i =$$

Aufgabe 2: Zahlensysteme

/30

2.1 Vervollständigen Sie Tabelle 2.1, indem Sie die entsprechende Konvertierung in die offenen Felder eintragen.

/12

Hexadezimal	Dezimal	Oktal	Binär
			1010 1011 1100 _B
	3567 _D		
		3146 _O	
59C _H			

Tabelle 2.1: Konvertierung zwischen Zahlensystemen

2.2 Konvertieren Sie die Zahl 81046_9 mit der Basis neun (9) in die entsprechende Zahl mit der **Basis drei (3)**.

/2

2.3 Konvertieren Sie die Zahl 123_7 mit der Basis sieben (7) in die entsprechende Zahl mit der **Basis 13**.

/2

Fließkommazahlen

2.4 Addieren Sie die zwei 16-Bit Fließkommazahlen aus Tabelle 2.2. Tragen Sie das binäre **Ergebnis** der Fließkommaaddition in die **Tabelle** ein **und** geben Sie auch die entsprechende **Dezimalzahl** an (vereinfachen Sie das Ergebnis so weit wie möglich und geben Sie bis zu drei Nachkommastellen der Zahl an). Die Fließkommazahl ist nach dem IEEE 754-2008 Standard codiert.

/7

	V	E_4	E_3	E_2	E_1	E_0	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9
	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
+	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabelle 2.2: Addition zweier Fließkommazahl

BCD-Code

- 2.5 Berechnen Sie unter Verwendung des BCD-Codes die folgende Berechnung:
 $2647_D + 1395_D$.
Geben Sie das Ergebnis als BCD-Zahl und Dezimalzahl an.



Aufgabe 3: Optimale Codes

/30

Allgemeine Fragen

3.1 Gegeben ist eine gedächtnislose Quelle mit der Entropie $H = 2,313$ Bit. Durch die Anwendung des Shannon-Fano-Verfahrens auf diese Quelle ergibt sich ein Code mit der mittleren Codewortlänge $\bar{m}_1 = 2,4$ Bit. Ist es in diesem Fall grundsätzlich möglich, durch die Anwendung des Huffman-Verfahrens eine Codierung mit mittlerer Codewortlänge $\bar{m}_2 < \bar{m}_1$ zu erhalten? Begründen Sie Ihre Antwort unter Berücksichtigung von H und \bar{m}_1 .

/2

.....

.....

.....

.....

3.2 Aus der Anwendung des Shannon-Fano-Verfahrens auf eine gedächtnislose Quelle S ist der in Abbildung 3.1 dargestellte Codierungsbaum hervorgegangen. Vervollständigen Sie Tabelle 3.1 mit den Codewörtern, die sich durch diesen Baum ergeben.

/2

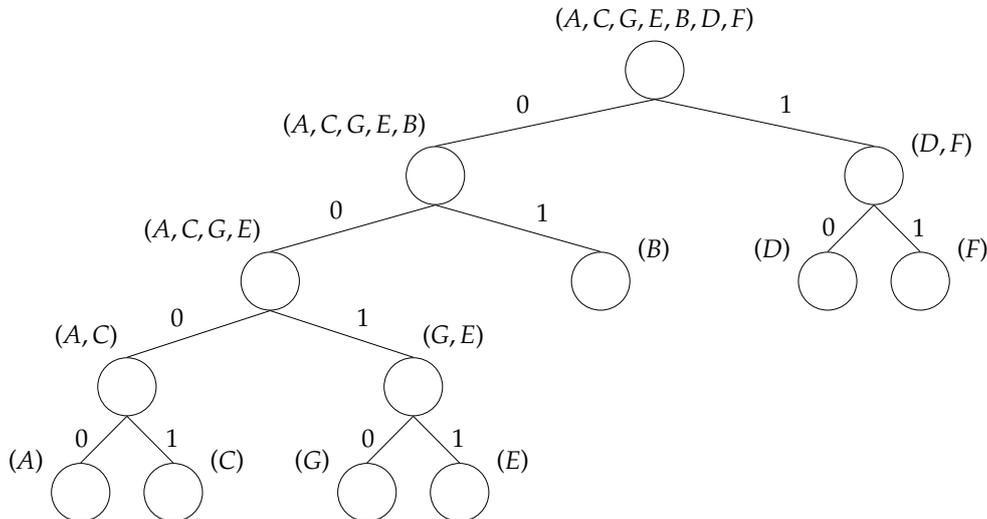


Abbildung 3.1: Codierungsbaum für die gedächtnislose Quelle S

Symbol	A	B	C	D	E	F	G
Codewort							

Tabelle 3.1: Codewörter der von S erzeugten Symbole

Eine gedächtnislose Quelle \hat{S} generiert Symbole gemäß Tabelle 3.2. Diesen Symbolen sind die ebenfalls in der Tabelle angegebenen Codewörter zugeordnet.

Symbol	R	S	T	U
Wahrscheinlichkeit	$\frac{23}{50}$	$\frac{49}{500}$	$\frac{211}{500}$	$\frac{1}{50}$
Codewort	0	101	11	100

Tabelle 3.2: Auftrittswahrscheinlichkeiten und Codewörter der von \hat{S} erzeugten Symbole

3.3 Ist die in Tabelle 3.2 gegebene Codierung präfixfrei? Begründen Sie Ihre Antwort.

/1

.....

.....

.....

.....

3.4 Bestimmen Sie die mittlere Codewortlänge der in Tabelle 3.2 gezeigten Codierung und geben Sie diese dezimal oder als vollständig gekürzter Bruch an.

/3

.....

.....

.....

.....

.....

3.5 Dekodieren Sie die Codewortfolge „01001011100101“ gemäß Tabelle 3.2 und geben Sie die entsprechende Symbolfolge an.

/2

.....

.....

.....

.....

Shannon-Fano-Verfahren

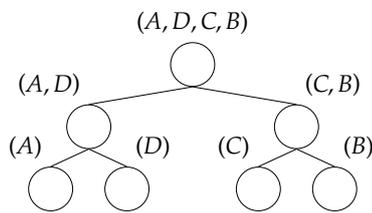
/12

3.6 Gegeben sind die gedächtnislosen Quellen S_1, S_2, S_3 und S_4 sowie absolute Häufigkeiten für die von ihnen erzeugten Symbole. Geben Sie für jede Quelle an, ob der zu ihr aufgeführte Codierungsbaum aus einer korrekten Anwendung des Shannon-Fano-Verfahrens entstanden ist. Benennen Sie **bei einem fehlerhaften Baum** den Knoten, der nicht korrekt in eine linke bzw. rechte Teilmenge zerlegt wurde, und **korrigieren Sie diese Zerlegung**.

*Hinweis: Jeder Baum enthält maximal einen Fehler. Nehmen Sie an, dass die absoluten Häufigkeiten repräsentativ für die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Symbole sind und dass die Symbole zu Beginn nach aufsteigender Auftrittswahrscheinlichkeit **von links nach rechts** sortiert werden.*

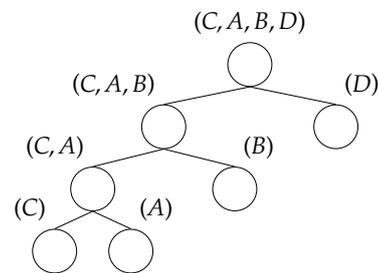
Quelle S_1 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	4	9	7	6



Quelle S_2 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	22	25	9	30



Antwort für S_1 :

.....

.....

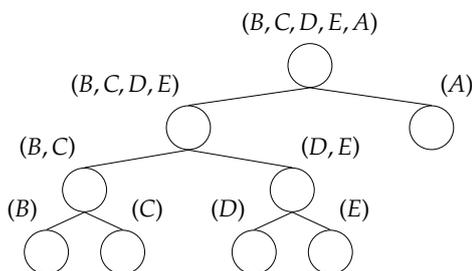
Antwort für S_2 :

.....

.....

Quelle S_3 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	39	6	10	16	17



Antwort für S_3 :

.....

.....

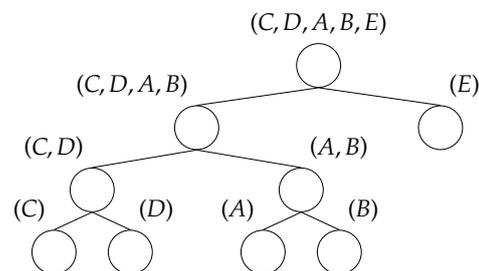
Antwort für S_4 :

.....

.....

Quelle S_4 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	22	44	15	19	53



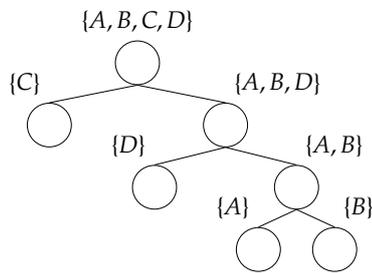
Huffman-Verfahren

3.7 Gegeben sind die gedächtnislosen Quellen S'_1, S'_2, S'_3 und S'_4 sowie absolute Häufigkeiten für die von ihnen erzeugten Symbole. Geben Sie für jede Quelle an, ob der zu ihr aufgeführte Codierungsbaum aus einer korrekten Anwendung des Huffman-Verfahrens entstanden ist. Beschreiben Sie **bei einem fehlerhaften Baum** kurz, in welchem Schritt des Huffman-Verfahrens ein Fehler aufgetreten ist und **korrigieren Sie diesen Schritt**.

Hinweis: Jeder Baum enthält maximal einen Fehler. Nehmen Sie an, dass die absoluten Häufigkeiten repräsentativ für die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Symbole sind.

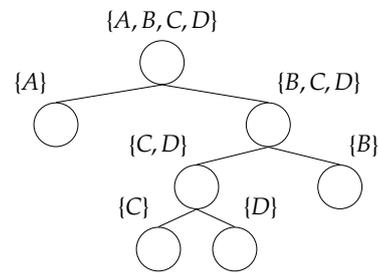
Quelle S'_1 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	7	10	16	15



Quelle S'_2 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	59	61	17	34

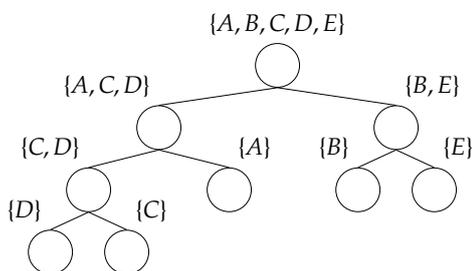


Antwort für S'_1 :

Antwort für S'_2 :

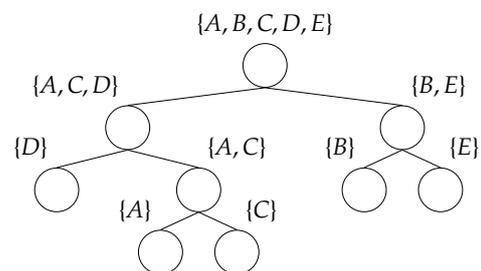
Quelle S'_3 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	30	46	12	10	53



Quelle S'_4 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	19	36	20	21	40



Antwort für S'_3 :

Antwort für S'_4 :

Aufgabe 4: Mengen, Relationen und Graphen

/30

Mengen

Gegeben sind die folgenden Mengen:

$$A = \{0, 1, 2, 4, 8\}$$

$$B = \{2n - 1 \mid n \in \mathbb{N}\}$$

$$C = \{m + 1 \mid m \in A\}$$

4.1 Geben Sie die Menge C , sowie 5 Elemente der Menge B an.

/2

.....

4.2 Berechnen Sie die folgenden Mengenoperationen. Achten Sie auf die korrekte Notation.

/6

$$A \cap B =$$

$$\mathcal{P}(A \cap C) =$$

$$B \cap C =$$

$$|B \times C| =$$

$$\{A \cap B\} \times C =$$

$$C_B(B) =$$

4.3 Veranschaulichen Sie die drei Mengen A , B und C in einem Venndiagramm und setzen Sie die Zahlen der Mengen A und C ein.

/2

4.4 Sind die folgenden Aussagen wahr oder falsch, kreuzen Sie entsprechend an.

/2

Aussage	wahr	falsch
$3 \in C_C(B)$		
$\{4, 3\} \in \mathcal{P}(A \cup B)$		

Graphen

Gegeben ist der folgende gerichtete Graph Ψ (Abbildung 4.1)

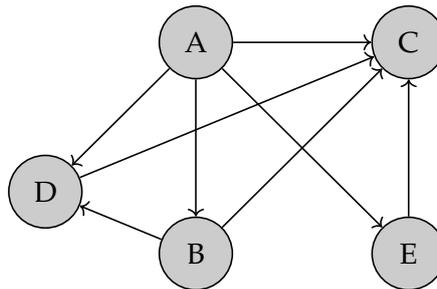


Abbildung 4.1: Gerichteter Graph Ψ

4.5 Überführen Sie den Graphen Ψ in einen ungerichteten und planaren Graphen.

/4

4.6 Handelt es sich bei dem Graphen Ψ um einen Baum? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

/2

.....

4.7 Geben Sie die Knotenmenge der größten Clique des ungerichteten Graphen aus Aufgabe 4.5 an.

/1

.....

4.8 Ist der Graph Ψ transitiv? Begründen Sie kurz ihre Antwort.

/1

.....

Relationen

4.9 Modifizieren Sie den Graphen Ω durch hinzufügen von möglichst wenigen Kanten, sodass er die folgenden Eigenschaften und Bedingungen erfüllt

/6

- Transitiv
- Reflexiv

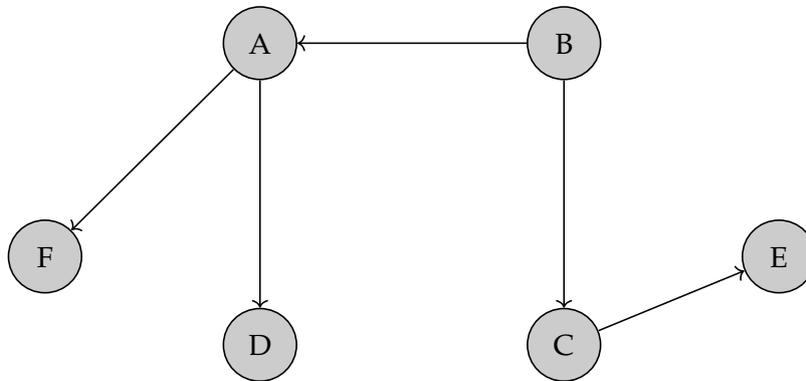


Abbildung 4.2: Graph Ω

4.10 Um welche Relation handelt es sich bei Ω nach Ihrer Modifikation?

/1

.....

4.11 Wie müssten Sie Ω verändern damit die Relation die Eigenschaft Symmetrie erhält?

/2

.....

4.12 Handelt es sich bei Ω mit der Symmetrie immernoch um eine Ordnungsrelation?

/1

Hinweis: Beachten Sie, dass sich die anderen Eigenschaften durch die Symmetrie ggf. ändern

.....

Aufgabe 5: Boolesche Algebra

/31

Huntingtonsche Axiome

5.1 Definieren Sie den Begriff Axiomensystem.

/2

.....

.....

.....

.....

5.2 Nennen Sie zwei Beispiele für die Interpretation der Booleschen Algebra.

/2

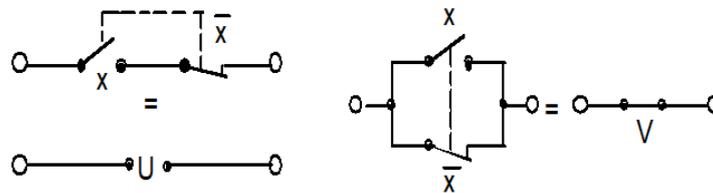
.....

.....

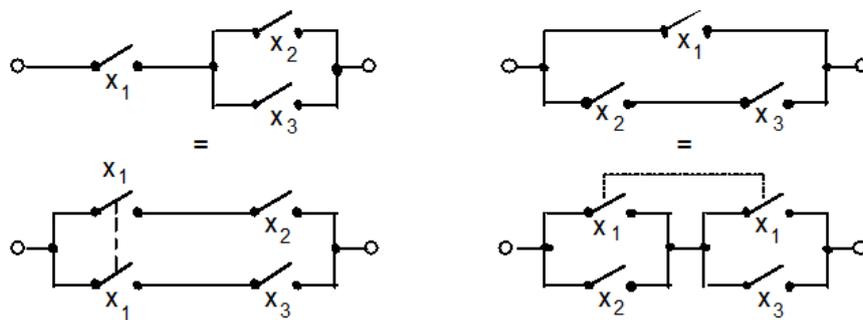
5.3 Im Folgenden sind drei Huntingtonsche Axiome jeweils als serielle und parallele Schalterrealisierung dargestellt. Welche sind es? Schreiben Sie den Namen jeweils in die dafür vorgesehene Lösungszeile unter der Zeichnung.

/3

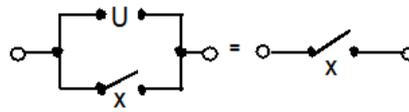
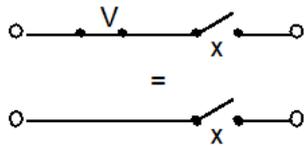
Hinweis: V steht für Verbindung und U für Unterbrechung.



.....



.....



5.4 Zeichnen Sie das Kommutativgesetz als Schalterrealisierung.

Hinweis: Die Zeichnung einer Variante ist ausreichend, also entweder Seriell- oder Parallelschaltung.

/1

Entwicklungssatz und Schaltfunktionen

5.6 Geben Sie die Definition einer Schaltfunktion in kanonischer DNF an, sowie ein Beispiel einer solchen mit zwei Literalen (x_1 und x_2) und zwei Termen.

/2

.....

.....

.....

.....

5.7 Gesucht wird eine Logikfunktion $G(a, b, c)$. Dazu ist die folgende Entwicklung nach dem Entwicklungssatz der Schaltalgebra gegeben. Überführen Sie die Entwicklung mit Hilfe der Tabelle in die entsprechende Logikfunktion und tragen Sie die gefundene Logikfunktion unten ein.

/6

.....

.....

$G(0, 0, a) = [\bar{a} \wedge G(0, 0, 0)] \vee [a \wedge G(0, 0, 1)]$	$G(1, 0, a) = [\bar{a} \wedge G(1, 0, 0)] \vee [a \wedge G(1, 0, 1)]$
$G(0, 0, 0) = 1$	$G(1, 0, 0) = 1$
$G(0, 0, 1) = 0$	$G(1, 0, 1) = 1$
$G(0, 1, a) = [\bar{a} \wedge G(0, 1, 0)] \vee [a \wedge G(0, 1, 1)]$	$G(1, 1, a) = [\bar{a} \wedge G(1, 1, 0)] \vee [a \wedge G(1, 1, 1)]$
$G(0, 1, 0) = 0$	$G(1, 1, 0) = 1$
$G(0, 1, 1) = 1$	$G(1, 1, 1) = 0$
$G(0, b, a) = [\bar{b} \wedge G(0, 0, a)] \vee [b \wedge G(0, 1, a)]$	$G(1, b, a) = [\bar{b} \wedge G(1, 0, a)] \vee [b \wedge G(1, 1, a)]$
$G(0, 0, a) =$	$G(1, 0, a) =$
$G(0, 1, a) =$	$G(1, 1, a) =$
$G_{DNF}(c, b, a) = [\bar{c} \wedge G(0, b, a)] \vee [c \wedge G(1, b, a)]$	
$G(0, b, a) =$	$G(1, b, a) =$

Programmable Logic Array (PLA)

Ein Programmable Logic Array (PLA) ist eine logische Schaltung, die in zwei Stufen konfiguriert werden kann. In der ersten Stufe werden die Eingangssignale x_0 bis x_n zu den Termen t_0 bis t_n miteinander konjunktiv verknüpft. Diese Terme werden in der zweiten Stufe zu den Ausgangssignalen y_0 bis y_n disjunktiv verknüpft. Dadurch können beliebige Funktionen in Abhängigkeit von den Eingangssignalen realisiert werden.

5.8 Geben Sie die Literalverknüpfung der Terme t_0 bis t_3 aus Abbildung 5.1 in Abhängigkeit der Eingangsliterale x_0 , x_1 und x_2 an. Verwenden Sie nur die benötigten Eingangsliterale für die Darstellung der Terme.

/4

Term	Literalverknüpfung (x_0, x_1, x_2)
t_0	
t_1	
t_2	
t_3	

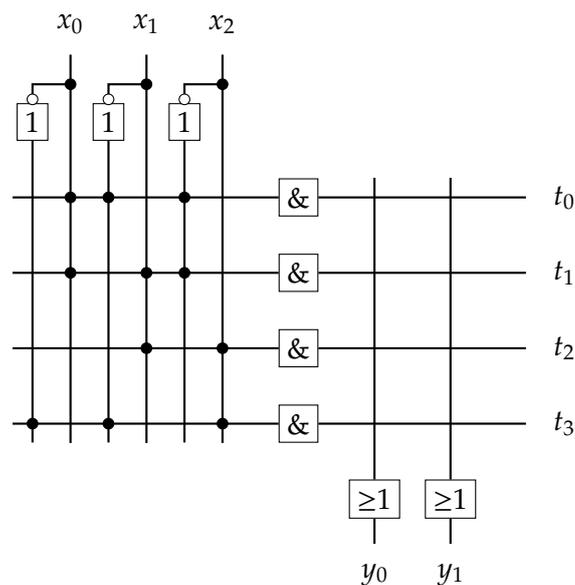


Abbildung 5.1: Programmable Array Logic (PLA).

5.9 Konfigurieren Sie die zweite Stufe des PLA in Abbildung 5.1, sodass $y_0 = t_1 \vee t_2$ und $y_1 = t_0 \vee t_1 \vee t_3$.

/2

6.2 Gegeben sei nun das Symmetriediagramm der Schaltfunktion $y = f_2(e, d, c, b, a)$. Markieren Sie alle Primnullblöcke im Symmetriediagramm und geben Sie anschließend alle Primimplikate an.

/8

y	a				a				
	e								
b	0 ₀	1 ₁	1 ₅	1 ₄	- ₂₄	0 ₂₅	- ₂₁	1 ₂₀	d
	1 ₂	0 ₃	0 ₇	- ₆	0 ₂₆	1 ₂₇	1 ₂₃	1 ₂₂	
	1 ₁₂	1 ₁₃	1 ₁₇	0 ₁₆	0 ₃₆	1 ₃₇	- ₃₃	1 ₃₂	
	- ₁₀	1 ₁₁	1 ₁₅	1 ₁₄	- ₃₄	0 ₃₅	0 ₃₁	1 ₃₀	
	c								

.....

.....

.....

.....

6.3 Was ist der Unterschied zwischen einem Minterm und einem Maxterm?

/2

.....

.....

.....

6.4 In welcher Normalform finden wir Maxterme?

/2

.....

.....

.....

6.5 Gegeben sei die folgende disjunktive Normalform:

$$z = (a \wedge b \wedge \bar{c} \wedge \bar{d}) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge d) \vee (a \wedge b \wedge c \wedge d) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge d) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge c \wedge \bar{d}) \vee (a \wedge b \wedge c \wedge \bar{d}) \vee (a \wedge \bar{b} \wedge \bar{c} \wedge \bar{d})$$

Minimieren Sie die Formel und geben Sie die disjunktive Minimalform an. Das Vorgehen muss dabei erkennbar sein.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 7: CMOS und Gatter

/32

Allgemeine Fragen

7.1 Zeichnen Sie einen CMOS-Inverter mit X als Eingang und Y als Ausgang. Kennzeichnen Sie den Drain-Anschluss jedes Transistors mit dem Buchstaben D, den Source-Anschluss mit S und den dritten Anschluss mit G.

/2

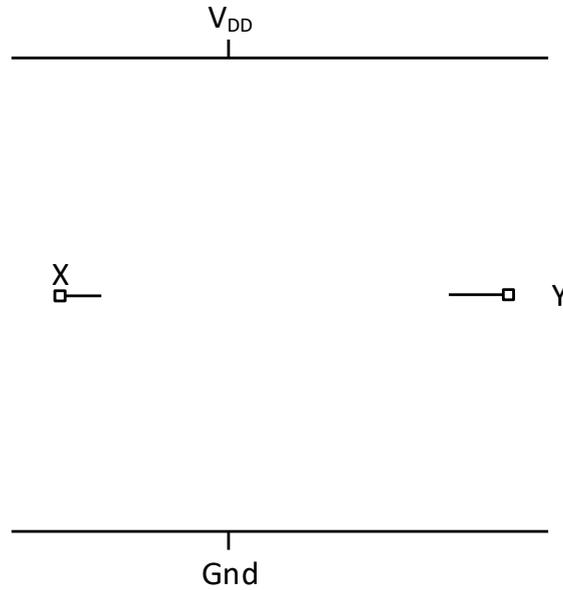


Abbildung 7.1: CMOS Inverter

7.2 Nennen Sie die volle Bezeichnung des G Anschlusses von MOSFETs und erläutern Sie kurz dessen Funktion.

/1

.....
.....

7.3 Welchen Hauptvorteil bieten die komplementären Netze in CMOS Schaltungen im Vergleich zu Schaltungen nach dem 1-Schalterprinzip? In welchen Betriebszuständen der Schaltung tritt dieser Vorteil hauptsächlich auf?

/2

.....
.....

Schaltungssynthese

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben eine **positive Logik**, d.h. der CMOS-Pegel V_{DD} entspricht einer logischen '1'.

7.4 Formen Sie die gegebene Funktion so um, dass diese nur durch **NOR-Operationen** (mit beliebig vielen Eingängen) **und Invertier-Operationen** dargestellt wird.

Führen Sie die Umformung mit den Huntingtonschen Axiomen und den Regeln (R1-R12) des Formelblatts durch. Nutzen Sie dazu die folgende Tabelle. Tragen Sie die Zwischenschritte zeilenweise ein, maximal ein Schritt pro Zeile. Tragen Sie in die linke Spalte die verwendete Regel ein und in die rechte das Ergebnis nach Anwendung dieser.

Hinweis: Die Verwendung des Kommutativgesetzes H2, des Distributivgesetzes H3 sowie des Assoziativgesetzes R10a/R10b muss nicht explizit angegeben werden.

Regel	Umformung
-	$\overline{(ab)c}$

7.5 Zeichnen Sie den Schaltplan aus NOR Gattern (mit beliebig vielen Eingängen) und Invertiern zur Funktion $y = \overline{(\overline{a \vee b \vee c}) \vee \overline{d} \vee \overline{a \vee d}}$.

Hinweis: Als Eingänge stehen nur a, b, c, d zur Verfügung.

7.6 Zeichnen Sie die CMOS-Transistor-Schaltung aus NOR-, NAND- Gattern (mit jeweils beliebig vielen Eingängen) und Invertern zur Funktion $y = \left(\left(\overline{a \vee b \vee c} \right) \wedge d \right) \wedge c$.

Hinweis: Jeder geklammerte Ausdruck muss **einem** Gatter (plus ggf. einem Inverter) entsprechen.

Hinweis: Als Eingänge stehen nur a, b, c, d zur Verfügung.

Schaltungsanalyse

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben eine **positive Logik**, d.h. der CMOS-Pegel V_{DD} entspricht einer logischen '1'.

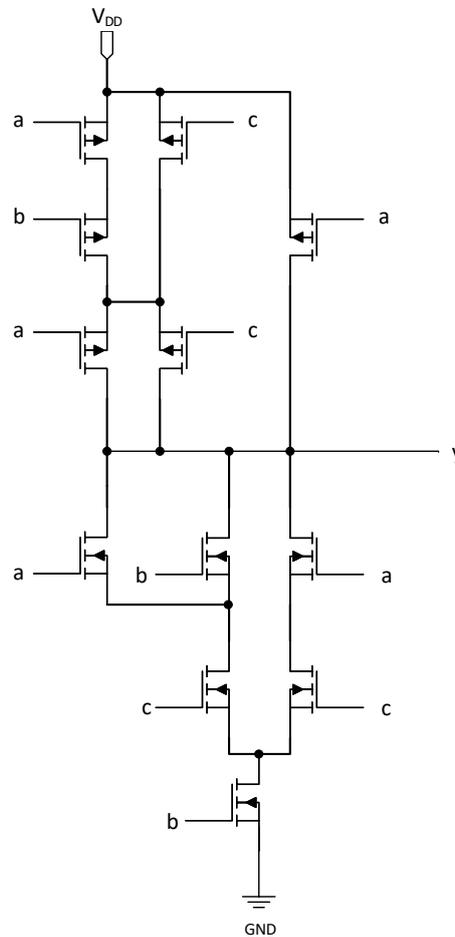


Abbildung 7.2: CMOS-Schaltung

7.7 Geben Sie die Funktionen F für das Pull-Up Netz und G für das Pull-Down Netz zur Schaltung in Abbildung 7.2 an.

/2

.....

.....

.....

.....

a	b	c	F	G	Kurzschluss	Undefiniert
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

Tabelle 7.1: Kurzschlüsse und undefinierte Stellen

7.8 Füllen Sie in Tabelle 7.1 die **Spalten F und G** entsprechend des Pull-Up Netzes und Pull-Down Netzes der Schaltung aus Abbildung 7.2 aus.

7.9 Füllen Sie in Tabelle 7.1 die **Spalte Kurzschlüsse** entsprechend der Spalten F und G aus. Füllen Sie alle Zeilen aus und nutzen Sie x , falls für die Eingangskombination ein Kurzschluss auftritt und $-$, falls nicht.

7.10 Füllen Sie in Tabelle 7.1 die **Spalte Undefiniert** entsprechend der Spalten F und G aus. Füllen Sie alle Zeilen aus und nutzen Sie x , falls für die Eingangskombination der Ausgang undefiniert ist und $-$, falls nicht.

7.11 Geben Sie den rechnerischen Ansatz an, mit dem bestimmt wird ob eine Schaltung Kurzschlussfrei ist.

.....

7.12 Geben Sie den rechnerischen Ansatz an, mit dem bestimmt wird ob eine Schaltung vollständig ist.

.....

Aufgabe 8: Automaten

/30

Allgemein

Die folgende Gleichung beschreibt die Ausgabefunktion eines Automaten, wobei A_h^v der Ausgabe, E_g^v der Eingabe und S_k^v dem Zustand entspricht: $A_h^v = \lambda(S_k^v)$

8.1 Welchen Automatentyp beschreibt diese Gleichung? Begründen Sie Ihre Antwort.

/2

.....

8.2 Wie wird die Funktion δ bezeichnet, welche aus Eingabe E_g^v und aktuellem Zustand S_k^v den Folgezustand S_k^{v+1} ermittelt?

/1

Hinweis: $S_k^{v+1} = \delta(E_g^v, S_k^v)$

.....

8.3 Skizzieren Sie die Struktur eines **Mealy-Automaten**. Vervollständigen Sie hierfür Abbildung 8.1, indem Sie Datenflüsse durch Pfeile kennzeichnen. Beschriften Sie anschließend die Ein- und Ausgangspfeile des Speichers mit den entsprechenden Symbolen.

/4

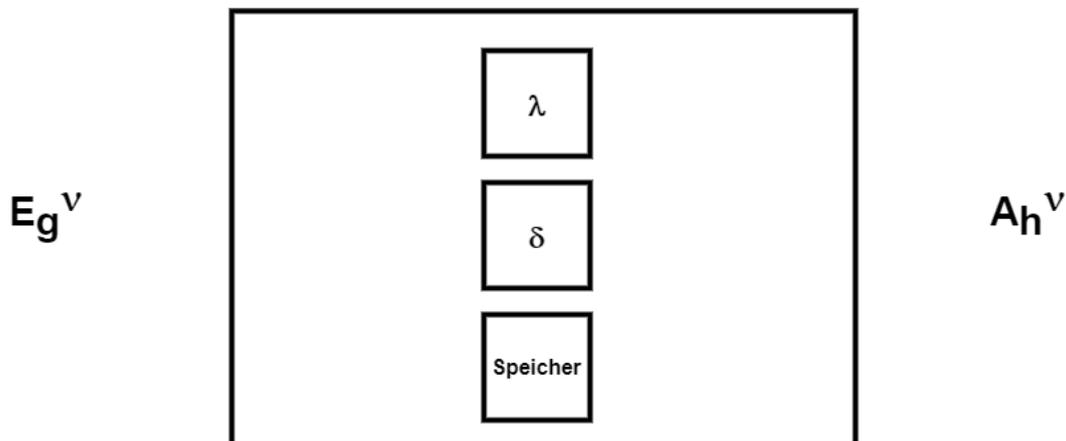


Abbildung 8.1: Struktur eines Automaten

Automatenanalyse

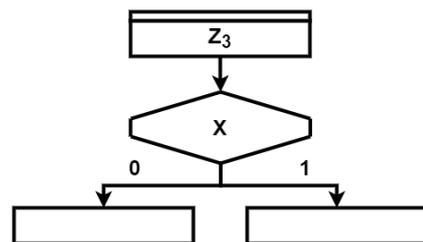
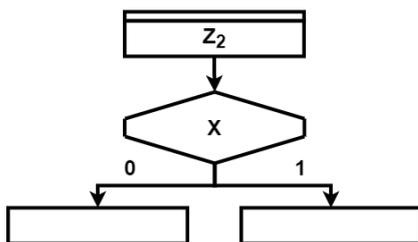
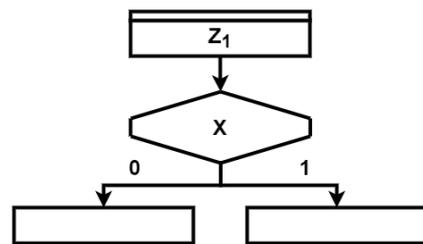
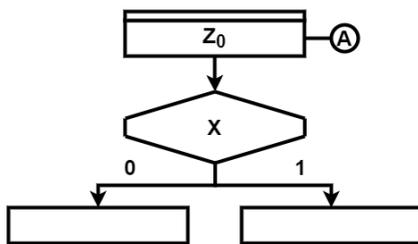
Nun soll ein Automat gemäß der in Tabelle 8.1 gegebenen Ablauftabelle entworfen und realisiert werden.

Zustand	Eingabe	Folgezustand	Ausgabe
S^v	$E^v = X$	S^{v+1}	A^v
Z_0	0	Z_2	00
	1	Z_1	10
Z_1	0	Z_3	01
	1	Z_1	11
Z_2	0	Z_0	01
	1	Z_1	00
Z_3	0	Z_2	11
	1	Z_0	10

Tabelle 8.1: Ablauftabelle

8.4 Vervollständigen Sie folgendes Ablaufdiagramm entsprechend der gegebenen Ablauftabelle (Tabelle 8.1).

/4



Realisierung von Automaten mit FlipFlops

8.5 Wofür werden FlipFlops bei der Realisierung von Automaten benötigt?

/1

.....

8.6 Ein Zustandsautomat soll mittels **T-FlipFlop** (mit Eingang t_0) für das erste Bit Q_0^v und **JK-FlipFlop** (mit Eingängen j_1 und k_1) für das zweite Bit Q_1^v realisiert werden. Ergänzen Sie in der nachfolgenden Ablaufabelle die fehlenden Ansteuerbits für die Eingänge t_0 , j_1 und k_1 der FlipFlops. Verwenden Sie nach Möglichkeit „don't care“-Stellen.

/9

Zustand	Eingabe	Folgezustand	Flipflop-Ansteuerung		
			t_0	j_1	k_1
$S^v = (Q_0^v, Q_1^v)$	$E^v = (E_0, E_1)$	S^{v+1}			
0,0	0,0	1,0			
	0,1	0,0			
	1,0	1,1			
	1,1	0,1			
0,1	0,0	1,0			
	0,1	1,1			
	1,0	0,1			
	1,1	0,0			
1,0	0,0	1,0			
	0,1	0,0			
	1,0	1,0			
	1,1	0,0			
1,1	0,0	0,0			
	0,1	1,0			
	1,0	1,0			
	1,1	0,1			

Tabelle 8.2: Ablaufabelle eines Zustandsautomaten

8.7 Füllen Sie die in Abbildung 8.2 vorgegebenen Symmetrie-Diagramme für t_0 und j_1 auf Basis Ihrer Antwort in Tabelle 8.2 aus. Bestimmen Sie anschließend eine **disjunktive minimale Ansteuerfunktion** für t_0 und j_1 .

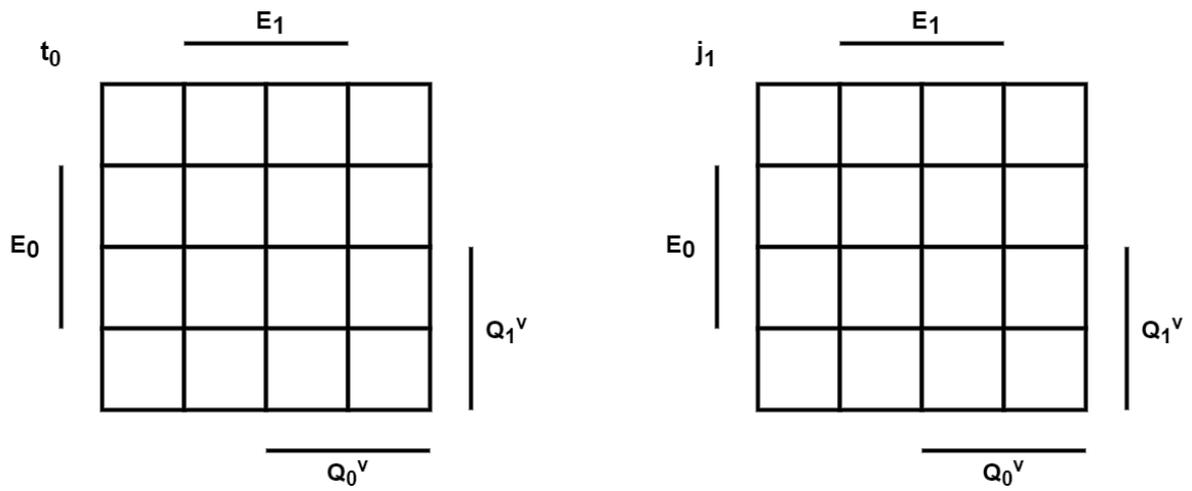


Abbildung 8.2: Symmetrie-Diagramme für t_0 und j_1

$t_0 =$

$j_1 =$

Zusatzblatt zu Aufgabe :